

09/582903

PCT/JP99/06150

日 本 国 特 許 庁 04.11.99  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

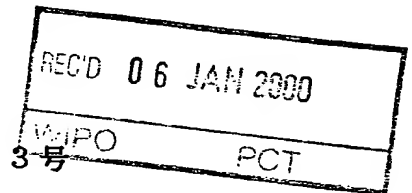
1999年 7月26日

出 願 番 号  
Application Number:

平成11年特許願第210973号

出 願 人  
Applicant(s):

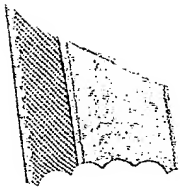
セイコーインスツルメンツ株式会社



BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY  
DOCUMENT

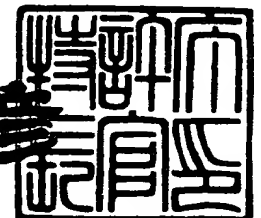
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



1999年12月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3085413

【書類名】	特許願
【整理番号】	99000450
【提出日】	平成11年 7月26日
【あて先】	特許庁長官 殿
【国際特許分類】	G01N 37/00
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインス ツルメンツ株式会社内
【氏名】	加藤 健二
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインス ツルメンツ株式会社内
【氏名】	光岡 靖幸
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインス ツルメンツ株式会社内
【氏名】	大海 学
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインス ツルメンツ株式会社内
【氏名】	笠間 宣行
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインス ツルメンツ株式会社内
【氏名】	市原 進
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインス ツルメンツ株式会社内
【氏名】	新輪 隆

【特許出願人】

【識別番号】 000002325

【氏名又は名称】 セイコーインスツルメンツ株式会社

【代表者】 服部 純一

【代理人】

【識別番号】 100096286

【弁理士】

【氏名又は名称】 林 敬之助

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008246

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003012

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光導波路プローブおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 逆錐状の穴がその頂点を微小開口とするように貫通して形成された平面基板と、

前記平面基板の、前記微小開口が形成された面と反対側の面上、および前記逆錐状の穴の内側に積層形成された光導波路と、

前記光導波路の一部により形成され、前記平面基板の微小開口から突出し、先鋭化された微小な突起部と、

を備えたことを特徴とする光導波路プローブ。

【請求項 2】 前記突起部を除き、前記光導波路の周囲に、光を反射する光反射層を形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の光導波路プローブ。

【請求項 3】 前記突起部は、四角錐状の形状をしていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光導波路プローブ。

【請求項 4】 前記逆錐状の穴が、斜度の異なる複数の斜面により形成されたことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光導波路プローブ。

【請求項 5】 前記光導波路は、コアとクラッドにより形成されていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の光導波路プローブ。

【請求項 6】 前記平面基板は、前記微小開口を複数有し、前記光導波路および前記光反射層は、少なくとも一つの光源より発した光を、前記複数の微小開口の方向に導くように形成されたことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の光導波路プローブ。

【請求項 7】 平面基板に、逆錐状の穴を形成する工程と、  
光導波路を、前記逆錐状の穴の内側を含む前記平面基板上に積層形成する工程と、

前記平面基板の前記逆錐状の穴と反対側の面上に、微小な突起部を形成する工程と、

光反射層を、光路を曲げるように前記光導波路に形成する工程と、  
を含むことを特徴とする光導波路プローブの製造方法。

【請求項 8】 逆錐状の穴がその頂点を微小開口とするように貫通して形成された平面基板と、

前記平面基板の、前記微小開口が形成された面と反対側の面上、および前記逆錐状の穴の内側に積層形成された光導波路と、

前記光導波路の一部により形成され、前記平面基板の微小開口から突出し、先鋭化された微小な突起部と、

を備えたことを特徴とする光導波路プローブを製造するにあたり、

前記光導波路および前記光反射層は、前記平面基板に積層されて形成されることを特徴とする光導波路プローブの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、近視野光の検出あるいは照射を行うことにより微細領域の光学情報を得る光導波路プローブ、あるいは近視野光を利用した高密度な情報の再生および記録を可能とする光導波路プローブ、及びそれら光導波路プローブの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

通常の光学特性を観察する光学顕微鏡は、試料の照射に用いられる可視光、すなわち伝搬光の回折限界により、構造観察の分解能に限界があり、数百ナノメートル以下の試料の構造を分析することが困難となっている。

そこで、試料表面においてナノメートルオーダーの微小な領域を観察するために走査型トンネル顕微鏡や原子間力顕微鏡に代表される走査型プローブ顕微鏡が用いられる。この走査型プローブ顕微鏡は、先端が先鋭化されたプローブを試料表面に走査させ、プローブと試料表面との間に生じるトンネル電流や原子間力などの相互作用を観察対象として、プローブ先端形状に依存した分解能の表面形状像を得ることができる。

【0003】

そこでいま、プローブと試料表面に生成される近視野光との間に生じる相互作

用を検出することで前述の光学顕微鏡における伝搬光の回折限界を打破し、試料表面の微小な領域の観察を可能とした近視野光学顕微鏡が注目されている。

近視野光学顕微鏡においては、伝搬光を試料の表面に照射して近視野光を生成し、生成された近視野光を先端が先鋭化されたプローブによって散乱させ、その散乱光を従来の伝搬光検出と同様に処理することで、従来の光学顕微鏡による観察分解能の限界を打破し、より微小な領域の観察を可能としている。また、試料表面に照射する光の波長を掃引することで、微小領域における試料の光学物性の観察をも可能としている。

#### 【0004】

近視野光学顕微鏡には、光ファイバを先鋭化して周辺を金属でコーティングし、その先端に微小開口を設けた光ファイバプローブを使用することが多く、その微小開口部を近視野光と相互作用させることによって生じた散乱光をその光ファイバプローブ内部に通過させて光検出器に導く。

また、光ファイバプローブを通して試料に向けて光を導入させることによって、光ファイバプローブの微小開口に近視野光を生じさせ、この近視野光と試料表面の微細構造との相互作用によって生じた散乱光を更に付加された集光系を用いて光検出器に導き、表面観察を行うことも可能である。

#### 【0005】

更に、顕微鏡としての利用だけでなく、光ファイバプローブを通して試料に向けて比較的強度の大きな光を導入させることにより、光ファイバプローブの微小開口にエネルギー密度の高い近視野光を生成し、その近視野光によって試料表面の構造または物性を局所的に変更させる高密度な光メモリ記憶としての応用も可能である。

#### 【0006】

近視野光学顕微鏡に使用されるプローブとして、例えば米国特許第5294790号に開示されているように、フォトリソグラフィ等の半導体製造技術によってシリコン基板にこれを貫通する開口部を形成し、シリコン基板の一方の面には絶縁膜を形成して、開口部の反対側の絶縁膜上に円錐形状の光導波路を形成したプローブが提案されている。この光プローブにおいては、開口部に光ファイバを

挿入し、光導波路の先端部以外を金属膜でコーティングすることで形成された微小開口に光を透過させることができる。

【0007】

更に、上述したプローブのように先鋭化された先端をもたない平面プローブの使用が提案されている。平面プローブは、シリコン基板に異方性エッチングによって逆ピラミッド構造の開口を形成したものであり、特にその頂点が数十ナノメートルの径を有して貫通されている。そのような平面プローブは、半導体製造技術を用いて同一基板上に複数作成すること、すあわちアレイ化が容易であり、特に近視野光を利用した光メモリの再生及び記録に適した光メモリヘッドとして使用できる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、光ファイバプローブにおいては、先鋭化された先端を有しているために、（１）機械的強度が十分でなく、（２）アレイ化にも適していない。また、（３）ファイバー１本ずつでの生産をしており、生産性が低く、コスト的にも高価になってしまう。また、（４）近視野光を乱すことで得られる散乱光は非常に微弱であるため、光ファイバを通してその散乱光を検出する場合には、検出部において十分な光量を得るための工夫が必要となる。また、光ファイバを通して十分な強さの近視野光を生成する場合には、（５）その光ファイバの微小開口部に光を集光する工夫が必要となる。

【0009】

また、光プローブにおいては、（１）探針部となるティップの高さに制限があり、凹凸の大きな試料の計測が困難である。また、これらは元来、顕微鏡としての利用を目的としているために光メモリの情報の記録あるいは再生を念頭においてはおらず、（２）記録媒体上の高速な掃引は困難である。

また、平面プローブにおいては、大量生産及びアレイ化に適しており、突出した先鋭部をもたないために機械的強度も十分ではあり、光メモリヘッドとして有効であるが、（１）その開口部に十分な強さの近視野光を生成するために、光を集光する工夫が必要となる。たとえば、その開口部にボールレンズを充填するこ

とによって集光を実現する場合、ボールレンズには個々のばらつきがあり、開口部に光の焦点をあわせることは困難である。(2) また、得られる光像の分解能は、開口のサイズに相当し、高分解能の光像を得ることが困難である。

#### 【0010】

従って、本発明は、上記した従来の微小な開口を有するプローブにおいて、十分な近視野光を検出および生成でき、高分解能の光像が得られ、かつ量産性および2次元に配列したアレイ化に優れた光導波路プローブを提供し、さらに近視野光を利用した光メモリの情報の記憶あるいは再生を実現させるために、コンパクトな構成かつ大量生産および2次元に配列したアレイ化に適した光メモリヘッドとしての光導波路プローブを提供することを目的とする。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明に係わる光導波路プローブにおいては、逆錐状の穴がその頂点を微小開口とするように貫通して形成された平面基板と、前記平面基板の、前記微小開口が形成された面と反対側の面上、および前記逆錐状の穴の内側に積層形成された光導波路と、前記光導波路の一部により形成され、前記平面基板の微小開口から突出し、先鋭化された微小な突起部とを備えている。

#### 【0012】

また、前記突起部を除き、前記光導波路の周囲には、光を反射する光反射層を形成している。

従って、光導波路の構造により近視野光を発生する突起部に多くの光を供給できるとともに、光反射層による光の反射により光導波路の先端(突起部)方向に多くの光を供給することができ、先端部に形成された微小な突起部より発生する近視野光の強度の増加が図れるとともに、機械的な強度の大きい、コンパクトな構成でかつ、量産性に優れた光導波路プローブを提供できる。

#### 【0013】

また、本発明に係わる光導波路プローブにおいては、前記微小な突起部は、四角錐状の形状をしていることを特徴としている。



従って、突起部において、光導波路の幅が光の波長より小さい寸法の領域が狭くなり、突起部より生成される近視野光の強度の増加が図れるとともに、先鋭化された突起部の先端の曲率半径に相当する高い分解能の観察が行える。

【0014】

また、本発明に係わる光導波路プローブにおいては、前記逆錐状の穴が、斜度の異なる複数の斜面により形成されたことを特徴としている。

従って、光導波路が緩やかな湾曲形状を有する構造にすることで、総じて湾曲部での光伝搬のロスを減少することができ、突起部より生成される近視野光の強度の増加が図れる。

【0015】

また、本発明に係わる光導波路プローブにおいては、前記光導波路が、クラッドとコアとの組み合わせによって構成されていることを特徴としている。

従って、光導波路を、屈折率の異なるコア、クラッドの構成とすることで、光の伝搬効率のよい光導波路プローブを提供できる。

また、本発明に係わる光導波路プローブにおいては、前記平面基板は、前記微小な突起部を複数有し、前記光導波路および前記光反射層は、少なくとも一つの光源より発した光を、前記複数の微小な突起の方向に導くように形成されたことを特徴としている。

【0016】

従って、光導波路および光反射層を有する構造により、光導波路の先端部に位置する微小な突起部に光を効率よく伝搬することができ、且つ突起部での光導波路の幅が光の波長より小さい寸法の領域を狭くする構造とすることで、突起部より生成される近視野光の強度の増加が図れるとともに、先鋭化された突起部の先端の曲率半径に相当する高い分解能の観察が可能な光導波路プローブを提供できる。また、機械的な強度の大きい、コンパクトな構成でかつ、量産性に優れた光導波路プローブを提供できる。このようなプローブを2次元的に走査することによって、高分解能の近視野光学像を全体として高速に処理することことが可能となる。

【0017】

また、本発明に係わる光導波路プローブを光メモリヘッドとして使用する場合に、プローブの高速な掃引を必要としなで情報の高速な記録かつ再生を可能とした光プローブを提供できる。

次に、本発明に係わる光導波路プローブの製造方法では、平面基板に、逆錐状の穴を形成する工程と、光導波路を、前記逆錐状の穴の内側を含む前記平面基板上に積層形成する工程と、前記平面基板の前記逆錐状の穴と反対側の面上に、光の検出あるいは照射を行う微小な突起を形成する工程と、光反射層を、光路を曲げるように前記光導波路に形成する工程とを含むことを特徴としている。

#### 【0018】

また、逆錐状の穴がその頂点を微小開口とするように貫通して形成された平面基板と、前記平面基板の、前記微小開口が形成された面と反対側の面上、および前記逆錐状の穴の内側に積層形成された光導波路と、前記光導波路の一部により形成され、前記平面基板の微小開口から突出し、先鋭化された微小な突起部とを備えたことを特徴とする光導波路プローブを製造するにあたり、前記光導波路および前記光反射層は、前記平面基板に積層されて形成されることを特徴とすることを特徴としている。

#### 【0019】

従って、このような製造方法では、フォトリソグラフィ技術を用いた半導体製造プロセスにて作製でき、コンパクトな構成で、良好な再現性を有し、量産性に優れた光導波路プローブを提供できる。 また、同一基板上に複数の開口を形成するアレイ化した光導波路プローブおよび光メモリヘッドを提供できる。

#### 【0020】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係る光導波路プローブの実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

##### 【実施の形態1】

図1は、実施の形態1に係わる光導波路プローブ100の一部の断面図を示している。本実施の形態による光導波路プローブ100は、逆ピラミッド状の穴をもちその頂点が微小開口を形成する平面基板1と、微小開口への光の伝搬を行う

光導波路 3 と、その光導波路 3 の一部で構成され、微小開口より突起したピラミッド状の突起部 2 と、突起部 2 を除く光導波路 3 の周囲に形成され、光導波路 3 内を伝搬する光を反射する光反射層 4 により構成されている。光導波路 3 は、光を伝搬するコアとその外周部のクラッドとから構成されていても良い。クラッドの屈折率は、コアの屈折率に比べて相対的に小さい。

#### 【0021】

図 1 中には示していないが、レーザ光源あるいは光ファイバより出力された光は、光入射端 5 から光導波路 3 に入射し、光導波路 3 の周囲に形成された光反射層 4 により反射されながら、光導波路 3 の先端部の方向へ伝搬する。光反射層 4 の反射効果により、光導波路 3 の先端部に多くの光を供給することが可能となる。平面基板 1 には、光学的な微小開口が形成されており、光導波路 3 の先端部は、この微小開口より突出して、ピラミッド形状をした突起部 2 を形成している。この突起部 2 の寸法は、高さ 200 nm 以下、底面の一边の長さ 200 nm 以下であり、光反射層 4 は、形成されていない。この突起部 2 は、光導波路の 1 部で構成されていることから、多くの光が突起部まで伝搬され、その結果、微小開口より突出した突起部 2 の周辺に、伝搬光から変換された多くの近視野光を生成することができる。また、平面基板 1 より突出したピラミッド形状の光導波路 3 の先端部（突起部 2）は、その高さで底面の一边の比が、 $\sqrt{3} \sim 2 : 2$  程度の構成であり、光導波路の幅が光の波長より小さくなる領域が、非常に短い構造をしている。この結果、光導波路の幅が光の波長より小さい領域での光強度の減衰が小さくなり、突起部 2 より大きな光強度の近視野光を供給することが可能となる。このように多くの近視野光が局在した突起部 2 を試料表面に近接させることにより、近視野光を試料表面で散乱させ、光の微小領域の光学的な情報を取り出すことができる（イルミネーションモード）。

#### 【0022】

あるいは、試料表面に局在する近視野光を光導波路 3 の先端部である突起部 2 で散乱させ、伝搬光として取り出し、光導入端 5 の後方で検出器に導入することによっても、微小領域の光学情報を検出できる（コレクションモード）。この場合も、光導波路 3 の先端にある突起部 2 での光導波路の幅が光の波長以下となる

領域が非常に狭い構造をしていることから、近視野光の多くを伝搬光に散乱することが可能となり、また、光反射層 4 により、伝搬ロスを少なく光導入端に導くことができる。

#### 【0023】

また、従来例で述べた平面プローブのように、平面基板内に設けた微小な開口に近視野光を生成させた場合、得られる光像の解像度（分解能）は、その開口サイズと同程度であるが、図 1 に示す光導波路プローブ 100 では、微小開口より突起した光導波路の一部である突起部 2 の周りに近視野光が局在し、その分解能は、この突起部先端の曲率半径に相当するため、微小開口より得られる光像より、高解像度（高分解能）の光像を検出することが可能となる。

#### 【0024】

また、図 1 に示した光導波路プローブ 100 において、微小開口より突出した突起部 2 の周囲に光反射膜 4 は形成されていないが、突起部 2 の周りに光反射膜 4 を設け、突起部 2 の先端に光学的な開口を形成した構成にしても良い。この場合、突起部 2 の周りに形成された光反射膜 4 の効果により、突起部 2 の先端近辺に、より多くの光を供給することができる。

#### 【0025】

図 2 は、図 1 に示した光導波路プローブ 100 の製造工程を示す説明図である。

はじめに、ステップ S101 では、基板には、面方位（100）の単結晶シリコンのシリコン基板 20 を用いる。面方位（110）、（111）の単結晶シリコンや、ガラス、石英などの誘電体結晶、あるいは、GaAs 等の半導体結晶を用いてもよい。

#### 【0026】

次に、ステップ S111 では、シリコンの異方性を有するエッチング法にてシリコン基板 20 内に逆ピラミッド状の凹部 21 を形成する。マスク材となる熱酸化膜を基板上に形成し、所望の個所を、フォトリソグラフィとエッチングによりパターニングし、シリコンを露出させ、水酸化カリウム水溶液、あるいはテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液といった結晶軸異方性エッチング

によりパターンニング部のシリコンをエッチングする。このとき、(111)面と等価な4つの面で囲まれた逆ピラミッド状の凹部21が形成される。また、エッチング溶液に浸すことに代わり、異方性を有するドライエッチング、例えば反応性イオンエッチング(RIE)装置によるエッチングを用いることによっても凹部21の形成が可能となる。マスク材として、熱酸化膜に代わり、SiO<sub>2</sub>や窒化膜を用いても良い。その後、マスク材である熱酸化膜を弗化水素酸と弗化アンモニウムの混合水溶液で除去する。

#### 【0027】

次に、ステップS121では、光反射層22を成膜する。光反射率の高いAu、Al等の金属膜を真空蒸着法にて凹部21の底部にまで埋め込むように成膜する。被覆方法として、スパッタリング法やイオンプレーティング法を用いて成膜しても良い。光反射膜22を設けることにより、光導波路内を伝搬する光を開口に導くことが可能となり、また、外乱光の遮光膜としても機能する。

#### 【0028】

次に、ステップS131では、光導波路23となる誘電体を光反射層の上面に成膜する。光導波路23の材料は、酸化シリコンや窒化シリコン等の誘電体材料、あるいは、ポリイミドやポリメタクリル酸といった高分子材料を使用しても良い。誘電体材料である酸化シリコンの場合、スパッタリング法、CVD法、真空蒸着法によって容易に形成できる。この光導波路23を屈折率の異なるコア、クラッドにより形成してもよい。この場合、光はコアを全反射して伝搬していくため、伝搬ロスを減少させることができる。

#### 【0029】

次に、ステップS141では、基板を裏面側よりエッチングし、基板内に光反射層22で覆われたピラミッド状の微小な突起部24を形成する。シリコン基板20の裏面側をエッチングし、基板の厚みを薄くする。光反射層22のピラミッド状の微小な突起部24が形成されたところでエッチングを終了する。ピラミッドの一辺のサイズは、50nmから3μm程度に形成する。シリコン基板20のエッチングは、ウェットエッチングを用いても、ドライエッチングを用いても良い。

## 【0030】

次に、ステップS151では、基板の裏面側より光反射層22である金属膜のエッチングを行い、一辺50～200nm程度の大きさの微小開口を形成すると同時に、光反射膜を除去した光導波路の一部である突起部25を形成する。金属膜のエッチングの量をコントロールし、金属膜の開口の大きさを調整する。この結果、光導波路23の先端に位置する誘電体材料のピラミッド状の微小な突起部25が形成される。AFM動作時には、この突起部25の頂点が探針の役割を果たす。金属膜のエッチングは、ドライエッチングを用いても、ウェットエッチングを用いても良い。

## 【0031】

次に、ステップS161では、フォトリソグラフィ技術とエッチングを用いて、光導波路23の形状を作製する。通常の半導体製造工程で用いられるフォトリソグラフィ技術を使用して、光導波路23上にエッチングを保護するマスク材を積層し、マスク材をパターニングする。その後、光導波路23をエッチングし、マスク材を除去して、光導波路23をパターニングできる。光導波路23の端面の粗さを小さくするために、マスク材および光導波路材料のエッチングは、反応性イオンエッチングや誘導プラズマエッチングに代表される異方性を有するドライエッチング法を用いる。マスク材には、アモルファスシリコン、ポリシリコン、Cr、Al、WSi、Ni、Au等の金属膜、フォトレジストなどを使用する。

## 【0032】

次に、ステップS171では、光導波路23の上面に光反射層26を成膜する。光反射率の高いAu、Al等の金属膜を真空蒸着法にて成膜する。被覆方法として、スパッタリング法やイオンプレーティング法を用いて成膜しても良い。光反射膜26を設けることにより、光導波路23内を伝搬する光を開口に集光することが可能となり、また、外乱光の遮光膜としても機能する。

## 【0033】

以上を示した手順により、図1に示した光導波路プローブ100を作製できるが、ステップS161の工程とステップS171の工程を、ステップS141の

工程とステップ S151 の工程の前に行っても、同様に図 1 に示した光導波路プローブ 100 を作製できる。

以上、本発明の実施の形態 1 における光導波路プローブ 100 では、光を反射する機能を有した構造をしており、また光導波路の先端に位置する光反射層 4 の開口近辺では、光導波路の幅が光の波長以下となる領域が狭い構造をしており、突起部 2 近辺での光損失が小さくなり、光反射層 4 で覆われていない突起部 2 より光強度の大きい近視野光を容易に発生させることができる。また、突起部 2 の先端部の曲率半径と同等の高分解能の光像測定あるいは表面形状観察が行える。

#### 【0034】

また、半導体製造プロセスに用いられる技術によって微小な開口および近視野光を発生する突起部容易に形成できるため、同一シリコン基板上に複数の光導波路プローブを形成するアレイ化が容易となる。また、シリコンプロセスを経て作製するので、バッチ処理が可能となり、量産に適したものとなる。また、ウェハに対する一括した工程で作製できるため、ばらつきが少ない。さらに、製品特性が安定する。また、プローブの小型化が可能となり、ウェハあたりの取り個数が増加するので、コスト低減ができる。

#### 【0035】

次に、以上に説明した光導波路プローブの構成を光メモリヘッドとして記憶媒体上に配置し、光反射層の開口に形成された突起部から生成される近視野光によって光記録を行う方法を説明する。

前記光メモリヘッドを、記憶媒体として例えば円盤状の平面基板の上方に配置する。各々の光メモリヘッドの突起部に生成される近視野光を記録媒体に作用させるために、突起部と記録媒体との間を突起部先端の曲率半径程度まで近接させる必要がある。そこで、光メモリヘッドと記録媒体の間に潤滑剤を充填し、光メモリヘッドを十分に薄く形成することで、潤滑剤の表面張力を利用して光メモリヘッドと記録媒体との間隔を十分に小さく維持できる。更には、記録媒体の歪みに対しても追従できる。

#### 【0036】

なお、光メモリヘッドと記録媒体との近接状態を上記した潤滑剤によらずに、

ハードディスク技術に用いられているフライングヘッドと同様にエアベアリングによって制御してもよい。

記録媒体として用いられる材料を、例えば相変化記録方式を適用できる材料とした場合に、その記録は光エネルギーのヒートモードを用いるために、光の高密度化は重要な要素となる。従って、近視野光を利用した光記憶の場合も十分に大きな強度の近視野光の生成が望まれ、本発明による光メモリ用ヘッドにおいては、図 1 中に示した光反射層における開口方面への集光作用によって、あるいは光導波路先端部のピラミッド形状による光導波路幅方向の波長以下領域の縮小によって、その近視野光の強度増強を達成している。また、図 1 中に示した微小な突起部の先端径に相当するビット間隔のデータの読み出し、書き込みが可能であり、光メモリの記憶ビットの高密度化が実現する。上述した説明においては、光メモリ用ヘッドの突起部に集光して近視野光を生成させる、いわゆる近視野光学顕微鏡と言うイルミネーションモードであるが、他の光学系によって記録媒体面に光を照射し、記録媒体面上の微小な情報記録構造によって生ずる近視野光を微小な突起部によって検出する、いわゆるコレクションモードに対しても本発明による光導波路プローブは有効となる。その場合、突起部で検出された近視野光は散乱光に変換されて、光導波路を伝搬し、光入射端に到達する。そこで、光入射端近辺に光検出器を配置する。

#### 【 0 0 3 7 】

また、実施の形態 1 に係わる光メモリ用ヘッドとして使用する光導波路プローブは、一般的な半導体プロセスにて形成されているため、同一シリコン基板上に 2 次元的に複数個配列させることが容易となる。

図 3 に、前記光メモリヘッドを同一シリコン基板上に 2 次元にアレイ状に配置した光メモリヘッドアレイ 3 0 0 の構成を示す。1 つの光源 1 2 より照射された光が、4 つの光メモリヘッド 1 1 の突起上面に導かれるように光導波路 1 3 が形成される。光源 1 2 によって照射された光は、シリコン基板 1 4 の端面に存在する光導波路 1 3 の入射端に照射され、光導波路 1 3 内に入射される。入射した光は、光導波路 1 3 内を通り、図 1 と同様に、テーパ部内部に設けた光反射膜により反射されながら、効率良く各々の光メモリヘッド 1 1 の突起部近辺に導かれる



。導かれた光によって、各々の突起部からは近視野光が生成される。図3に示した光メモリヘッドアレイ300においては、1つの光源に対して、1つのシリコン基板14上に4つの光メモリヘッド11を記しているが、これに限らず、様々な組み合わせが可能である。

#### 【0038】

上記のように、実施の形態1に係わる光メモリ用ヘッドとして使用する光導波路プローブは、同一シリコン基板上に2次元的に複数個配列する構成が可能のため、記憶媒体上におけるヘッドの掃引を最小限に抑え、高速な光記憶及び読み出しが可能となり、更には、前記配列間隔を記録媒体上の情報記録単位間隔に適合させることによってトラッキングレスが実現できる。

#### 〔実施の形態2〕

図4は、実施の形態2に係わる光導波路プローブの一部の断面図を示している。

#### 【0039】

図4において、実施の形態2に係わる光導波路プローブ200は、実施の形態1に係わる光導波路プローブ100と同様に、微小開口を有する平面基板6と、その微小開口より突起し、近視野光の検出および照射を行うピラミッド状の突起部7と、突起部への光の伝搬を行う光導波路8と、光導波路の周囲に形成され、光導波路内を伝搬する光を反射する光反射層9により構成されている。

#### 【0040】

実施の形態2に係わる光導波路プローブでは、図4に示すように、平面基板に形成された穴が、角度の異なる2段の斜面により形成されており、穴の入り口に近い斜面がより広がった形状をしている。そのため、斜面上に形成された光導波路は、2箇所湾曲された形状となる。この場合、光導波路の湾曲部1箇所での伝搬光の屈折角は、小さくなり、そこでの光伝搬ロスが低減される。結果、光導波路に形成された2カ所の湾曲部において、総じて光の伝搬ロスは低減し、より多くの光を試料に照射することが可能となる。

#### 【0041】

なお、図4では、角度の異なる2段の斜面により構成された穴をもつ平面基板

を示したが、2段に関わらず、3段、4段、あるいは多段な斜面により構成された穴をもつ平面基板を用いても、もちろんよい。

実施の形態2における光導波路プローブは、図2に示した実施の形態1における光導波路プローブの作製方法と同様な製造プロセスにて作製できる。ステップS111に示した基板内に逆ピラミッド状の凹部をもつ構成のシリコン基板20を用いて、ステップS112にて、再度、マスク材となる熱酸化膜を基板上に形成し、所望の個所を、フォトリソグラフィとエッチングによりパターニングし、シリコンを露出させ、パターニング部のシリコンをエッチングする。この場合、S111にてエッチングした箇所を含むより広い範囲のシリコンを露出させ、エッチングする。この結果、シリコン基板の(100)面と(111)面との接線より面方位の異なる面が発生し、ステップS112に示した角度の異なる2段の斜面をもつ凹部27をもつシリコン基板が作製できる。

#### 【0042】

この後、ステップS121からステップS171の工程に図2に示した実施の形態1における光導波路プローブと同様にステップS121からステップS171の工程を行うことにより、図4に示した実施の形態2における光導波路プローブ200を作製する。

以上、本発明の実施の形態2における光導波路プローブでは、光導波路の湾曲を多段にし、一カ所の湾曲部での伝搬光の屈折角が小さくなることにより、総じて湾曲部での光の伝搬損出を低減することができ、近視野光を発生する突起部近辺に多くの光を照射することが可能となり、光強度の大きい近視野光を容易に発生させることができる。また、突起部の先端径に等しい高分解能の光像が得られる。

#### 【0043】

また、実施の形態1と同様に、半導体製造プロセスに用いられる技術によって微小開口および突起部を形成できるため、このような突起部を有するシリコン基板は、近視野光を生成できる平面プローブとして活用でき、コンパクトな構成をしており、特に同一シリコン基板上に複数の突起部を形成するアレイ化が容易となる。また、シリコンプロセスを経て作製するので、バッチ処理が可能となり、

量産に適したものとなる。また、ウェハに対する一括した工程で作製できるため、ばらつきが少ない。さらに、製品特性が安定する。また、プローブの小型化が可能となり、ウェハあたりの取り個数が増加するので、コスト低減ができる。

【0044】

以上、実施の形態1と実施の形態2に係わる光導波路プローブは、光メモリヘッドとしての光導波路プローブ以外に、光学顕微鏡用の光導波路プローブとしての使用も可能である。また、突起部の先端部を用いて、トンネル電流や原子間力といった相互作用を利用した表面形状の観察や微細構造の加工を行ったり、先端部に磁性膜を着け、試料表面の磁場観察を行うこともできる。

【0045】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の光導波路プローブによれば、従来のプローブに比べ、光を開口および突起部方面に集光する機能を設け、さらに、光反射層の開口に形成された光導波路の突起部近辺において、光導波路の幅が光の波長以下の寸法となる領域を狭くした構造であるため、突起部から十分な強さの近視野光を生成することができる。

【0046】

また、先鋭化された微小な突起部を有しており、その先端径に相当する高分解能の光像を観察することができ、光ヘッドとして使用した場合、先端径に相当するビットサイズによる記録ビットの高密度化が可能となる。

また、平面形状のプローブであり、十分な機械的な強度を有した光導波路プローブである。

【0047】

さらに、シリコンプロセスを経て製造されており、バッチ処理が可能となり、量産に適した製造方法である。また、ウェハに対する一括した工程で作製できるため、ばらつきが少なく、製品が安定する。また、プローブの小型化が可能となり、ウェハあたりの取り個数が増加するので、コスト低減ができる。

また、2次元に配列したアレイ化に適した構造であり、光ヘッドとして使用した場合、高速な光の記憶あるいは再生が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 に係る光導波路プローブの一部を示す断面図である。

【図 2】

図 1 に示した光導波路プローブの製造工程を示す説明図である。

【図 3】

本発明の実施の形態 1 に係る光導波路をもつメモリヘッドのアレイを示す説明図である。

【図 4】

本発明の実施の形態 2 に係る光導波路プローブの一部を示す断面図である。

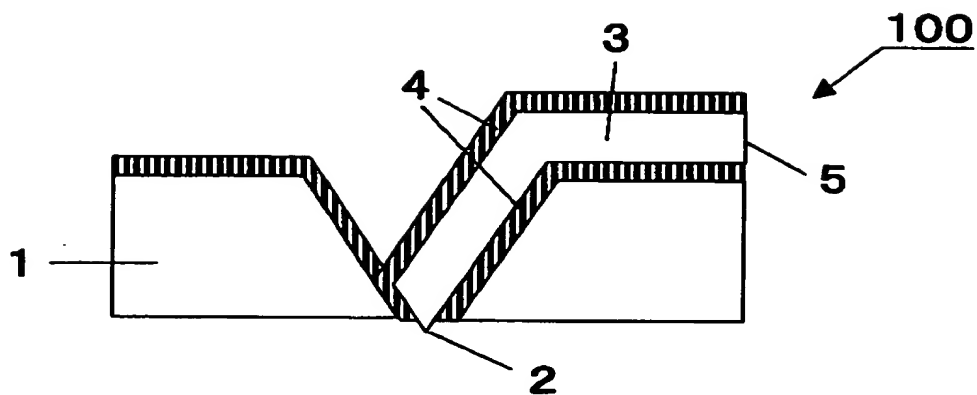
【符号の説明】

- 1 平面基板
- 2 突起部
- 3 光導波路
- 4 光反射層
- 5 光入射端
- 6 平面基板
- 7 突起部
- 8 光導波路
- 9 光反射層
- 1 1 光メモリヘッド
- 1 2 光源
- 1 3 光導波路
- 1 4 シリコン基板
- 2 0 シリコン基板
- 2 1 凹部
- 2 2 光反射層
- 2 3 光導波路
- 2 4 突起部

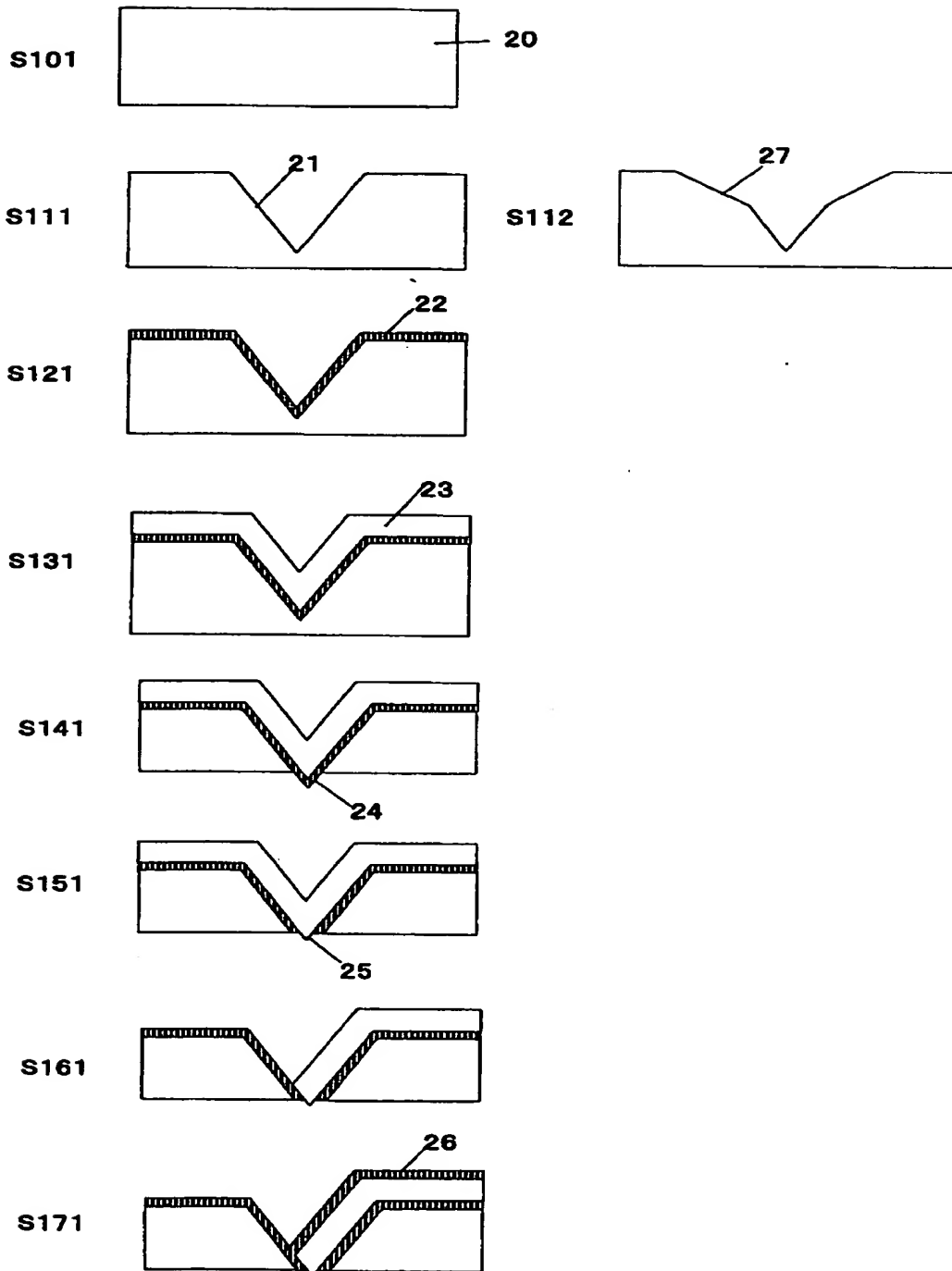
2 5	突起部
2 6	光反射層
2 7	凹部
1 0 0	光導波路プローブ
2 0 0	光導波路プローブ
3 0 0	光メモリヘッドアレイ

【書類名】 図面

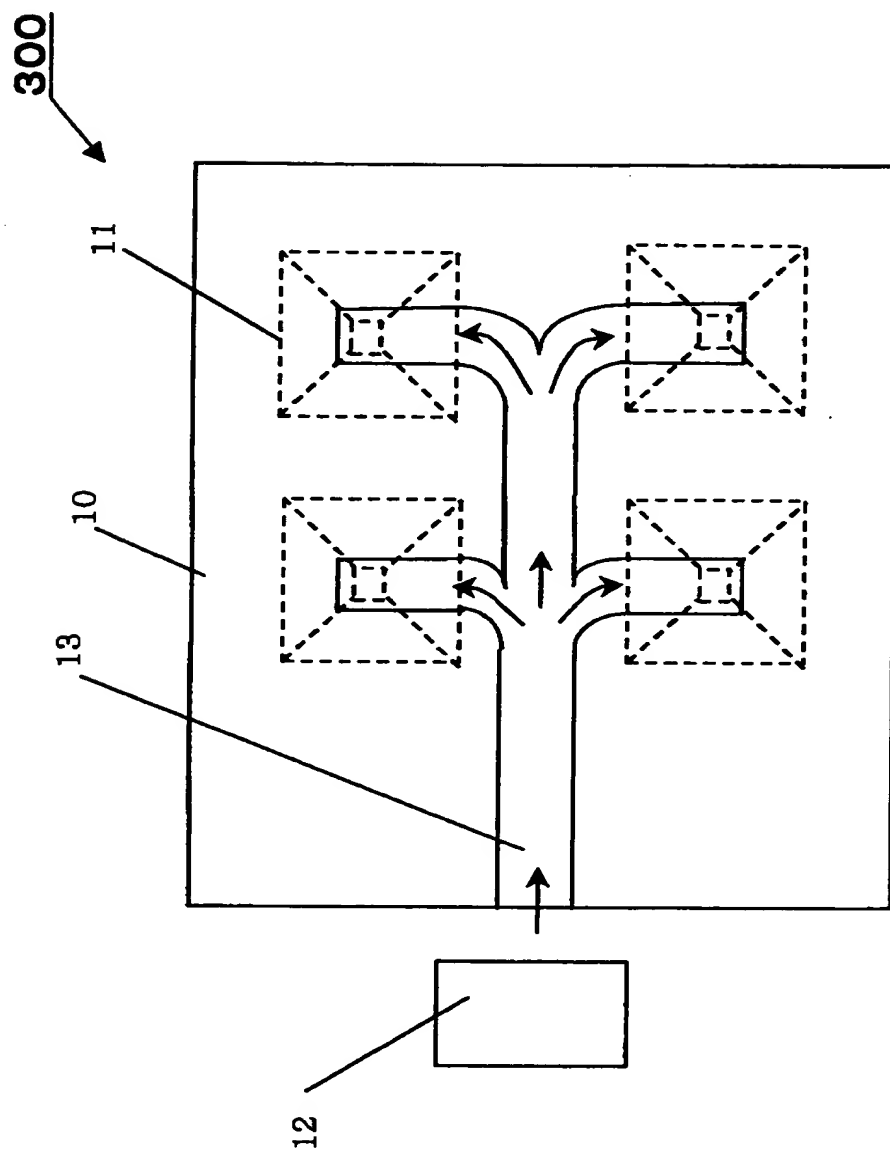
【図 1】



【図 2】

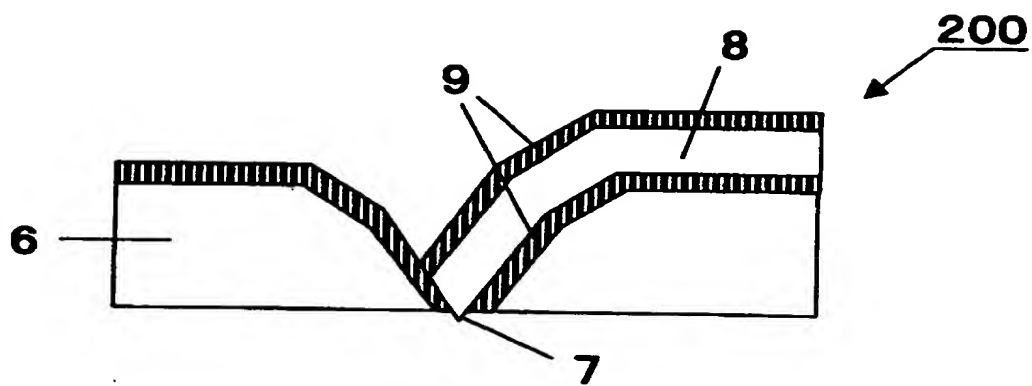


【図 3】





【图 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 シリコンプロセスを用いて製造でき、平面基板上に、十分な光の照射および検出を行える突起部を有する光導波路プローブを得ること。

【解決手段】 この光導波路プローブは、微小開口を有するシリコン基板 1 と、微小開口に十分な光を伝搬する光導波路 3 と、光導波路 3 の一部で形成され、微小開口から突起した微小な突起部 2 と、光の方向を曲げる光反射層 4 とから構成されており、試料表面に十分な光量の近視野光を供給するとともに、高分解能な計測が行えるよう、突起部 2 は、ピラミッドの形状をした構成をしている。

また、光導波路 3、あるいは光反射層 4 は、シリコン基板 1 に積層され形成されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002325]

1. 変更年月日 1997年 7月23日

[変更理由] 名称変更

住 所 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

氏 名 セイコーインスツルメンツ株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**